

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Patent Application of

Sang Yoon LEE et al

Group Art Unit: Unassigned

Application No.: Unassigned

Examiner: Unassigned

Filing Date: February 3, 2004

Confirmation No.: Unassigned

Title: ORGANIC THIN FILM TRANSISTOR COMPRISING MULTI-LAYERED GATE INSULATOR

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIORITY DOCUMENT**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

The benefit of the filing date of the following priority foreign application(s) in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed.

Country: Republic of Korea

Patent Application No(s): 10-2003-0044799

Filed: July 3, 2003

In support of this claim, enclosed is a certified copy(ies) of said foreign application(s). Said prior foreign application(s) is referred to in the oath or declaration. Acknowledgment of receipt of the certified copy(ies) is requested.

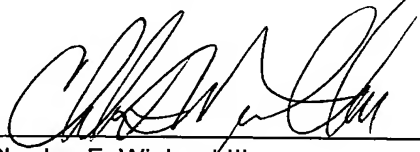
Respectfully submitted,

BURNS, DOANE, SWECKER & MATHIS, L.L.P.

P.O. Box 1404  
Alexandria, Virginia 22313-1404  
(703) 836-6620

Date: February 3, 2004

By

  
\_\_\_\_\_  
Charles F. Wieland III  
Registration No. 33,096



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Intellectual  
Property Office.

출 원 번 호 : 10-2003-0044799  
Application Number

출 원 년 월 일 : 2003년 07월 03일  
Date of Application JUL 03, 2003

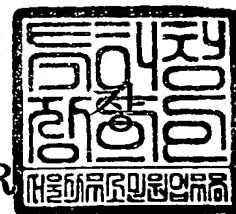
출 원 인 : 삼성전자주식회사  
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2003    년    12    월    26    일

특    허    청

COMMISSIONER



## 【서지사항】

【서류명】	서지사항	보정서
【수신처】	특허청장	
【제출일자】	2003.07.15	
【제출인】		
【명칭】	삼성전자	주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3	
【사건과의 관계】	출원인	
【대리인】		
【성명】	김학제	
【대리인코드】	9-1998-000041-0	
【포괄위임등록번호】	2000-033491-4	
【대리인】		
【성명】	문혜정	
【대리인코드】	9-1998-000192-1	
【포괄위임등록번호】	2000-033492-1	
【사건의 표시】		
【출원번호】	10-2003-0044799	
【출원일자】	2003.07.03	
【발명의 명칭】	다층구조의 게이트 절연막을 포함한 유기 박막 트랜지스터	
【제출원인】		
【접수번호】	1-1-2003-0242344-06	
【접수일자】	2003.07.03	
【보정할 서류】	특허출원서	
【보정할 사항】		
【보정대상항목】	발명자	
【보정방법】	정정	
【보정내용】		
【발명자】		
【성명의 국문표기】	이상윤	
【성명의 영문표기】	LEE, Sang Yoon	
【주민등록번호】	661020-1068329	

【우편번호】	137-779
【주소】	서울특별시 서초구 서초4동 삼풍아파트 6-206
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	박종진
【성명의 영문표기】	PARK, Jong Jin
【주민등록번호】	631015-1005821
【우편번호】	471-837
【주소】	경기도 구리시 인창동 665-1 삼보아파트 309-703
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	류이열
【성명의 영문표기】	LYU, Yi Yeol
【주민등록번호】	660415-1143119
【우편번호】	305-728
【주소】	대전광역시 유성구 전민동 세종아파트 110-304
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	변영훈
【성명의 영문표기】	BYUN, Young Hun
【주민등록번호】	660923-1056411
【우편번호】	305-728
【주소】	대전광역시 유성구 전민동 462-5 세종아파트 110-203
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	구본원
【성명의 영문표기】	KOO, Bon Won
【주민등록번호】	670206-1109115
【우편번호】	442-706
【주소】	경기도 수원시 팔달구 망포동 동수원엘지빌리지 106동 903호
【국적】	KR

**【발명자】****【성명의 국문표기】**

강인남

**【성명의 영문표기】**

KANG, In Nam

**【주민등록번호】**

691014-1108734

**【우편번호】**

425-788

**【주소】**

경기도 안산시 월피동 한양아파트 17동 502호

**【국적】**

KR

**【취지】**

특허법시행규칙 제13조·실용신안법시행규칙 제8조의 규정에 의하여 위와 같 이 제출합니다. 대리인  
김학제 (인) 대리인  
문혜정 (인)

**【수수료】****【보정료】**

0 원

**【기타 수수료】**

원

**【합계】**

0 원

## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2003.07.03
【발명의 명칭】	다층구조의 게이트 절연막을 포함한 유기 박막 트랜지스터
【발명의 영문명칭】	Organic Thin Film Transistor comprising Gate Insulator having Multi-layered Structure
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	김학제
【대리인코드】	9-1998-000041-0
【포괄위임등록번호】	2000-033491-4
【대리인】	
【성명】	문혜정
【대리인코드】	9-1998-000192-1
【포괄위임등록번호】	2000-033492-1
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이상윤
【성명의 영문표기】	LEE, Sang Yoon
【주민등록번호】	661020-1068329
【우편번호】	137-779
【주소】	서울특별시 서초구 서초4동 삼풍아파트 6-206
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	류이열
【성명의 영문표기】	LYU, Yi Yeol
【주민등록번호】	660415-1143119
【우편번호】	305-728
【주소】	대전광역시 유성구 전민동 세종아파트 110-304
【국적】	KR

## 【발명자】

【성명의 국문표기】 변영훈  
 【성명의 영문표기】 BYUN, Young Hun  
 【주민등록번호】 660923-1056411  
 【우편번호】 305-728  
 【주소】 대전광역시 유성구 전민동 462-5 세종아파트 110-203  
 【국적】 KR

## 【발명자】

【성명의 국문표기】 구본원  
 【성명의 영문표기】 K00, Bon Won  
 【주민등록번호】 670206-1109115  
 【우편번호】 442-706  
 【주소】 경기도 수원시 팔달구 망포동 동수원엘지빌리지 106동 903호  
 【국적】 KR

## 【발명자】

【성명의 국문표기】 강인남  
 【성명의 영문표기】 KANG, In Nam  
 【주민등록번호】 691014-1108734  
 【우편번호】 425-788  
 【주소】 경기도 안산시 월피동 한양아파트 17동 502호  
 【국적】 KR

## 【취지】

특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다. 대리인  
 김학제 (인) 대리인  
 문혜정 (인)

## 【수수료】

【기본출원료】 20 면 29,000 원  
 【가산출원료】 19 면 19,000 원  
 【우선권주장료】 0 건 0 원  
 【심사청구료】 0 항 0 원  
 【합계】 48,000 원

## 【첨부서류】

1. 요약서·명세서(도면)\_1통

## 【요약서】

## 【요약】

본 발명은 유기 박막 트랜지스터에 관한 것으로, 보다 상세하게는 기판위에 게이트 전극, 게이트 절연층, 유기활성층, 소스/드레인 전극 혹은 게이트 전극, 게이트 절연층, 소스/드레인 전극, 유기활성층이 차례로 형성된 유기 박막트랜지스터에 있어서, 상기 게이트 절연층이 i) 고 유전율 재료의 제 1절연층과 ii) 유기활성층과 친화적인 절연성 유기고분자의 제 2절연층을 포함하며, 상기 제 2절연층은 상기 유기활성층의 바로 아래에 존재하도록 구성되어 있는 다층 구조의 절연막인 것을 특징으로 하는 박막 트랜지스터에 관한 것이다. 본 발명에 따른 유기 박막 트랜지스터는 문턱전압 및 구동전압이 낮고, 전하 이동도 및  $I_{on}/I_{off}$  가 높고, 유기 반도체 층의 형성을 용이하게 할 수 있을 뿐만 아니라, 절연막 제조가 습식공정에 의해 달성될 수 있어 공정 단순화 및 비용절감 효과를 가져온다.

## 【대표도】

도 1

## 【색인어】

유기박막트랜지스터, 유기반도체, 고유전 상수, 이중구조 절연막, 습식공정

**【명세서】****【발명의 명칭】**

다층구조의 게이트 절연막을 포함한 유기 박막 트랜지스터 {Organic Thin Film Transistor comprising Gate Insulator having Multi-layered Structure}

**【도면의 간단한 설명】**

도 1은 본 발명의 한 바람직한 구현예에 따른 유기 박막트랜지스터(이하, OTFT라고도 함)의 단면을 개략적으로 나타낸 모식도이고;

도 2는 실시예 1, 실시예 3, 및 비교예 1에 의해 수득한 OTFT의 부가 전압의 변화에 따른 누설 전류 변화를 나타낸 그래프이며;

도 3은 실시예 1 및 비교예 1에 의해 수득한 OTFT의 전류전달 특성곡선이고;

도 4는 실시예 1 및 비교예 1의 OTFT의 문턱전압 변화를 나타낸 전류전달 특성곡선이다.

**\*도면의 주요 부호에 대한 설명\***

1 : 기판      2 : 게이트 절연막의 제 1절연층

3 : 게이트 절연막의 제 2절연층    4 : 유기 반도체층

5 : 게이트 전극    6 과 7 : 소스 및 드레인 전극

## 【발명의 상세한 설명】

## 【발명의 목적】

## 【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<9> 본 발명은 유기 박막 트랜지스터에 관한 것으로, 보다 상세하게는 기판위에 게이트 전극, 게이트 절연층, 유기활성층, 소스/드레인 전극 혹은 게이트 전극, 게이트 절연층, 소스/드레인 전극, 유기활성층이 차례로 형성된 유기 박막트랜지스터에 있어서, 상기 게이트 절연층이 i) 고 유전율 재료의 제 1절연층과 ii) 유기활성층과 친화적인 절연성 유기고분자의 제 2절연층을 포함하며, 상기 제 2절연층은 상기 유기활성층의 바로 아래에 존재하도록 구성되어 있는 다층 구조의 절연막인 것을 특징으로 하는 박막 트랜지스터에 관한 것이다.

<10> 현재 디스플레이에 많이 이용되고 있는 박막 트랜지스터(Thin Film Transistor)는 대부분 비정질 실리콘 반도체, 산화 실리콘 절연막 및 금속 전극으로 이루어져 있으나, 최근 다양한 전도성 유기재료의 개발에 따라, 유기 반도체를 이용한 유기 TFT를 개발하고자 하는 연구가 전 세계적으로 활발히 진행되고 있다. 1980년대 처음 개발된 유기 박막트랜지스터(OTFT)는 유연성, 가공 및 제조시 편의성 등의 장점을 가지고 있어, 현재 LCD와 같은 매트릭스 디스플레이 장치 등에 이용되고 있다. 새로운 전자재료인 유기 반도체는 고분자의 합성방법이 다양하고, 섬유나 필름 형태로의 성형이 용이하며, 유연하고, 생산비가 저렴하기 때문에 기능성 전자소자 및 광소자 등으로 그 응용이 확대되고 있는 바, 비정질 Si 대신 전도성 고분자로 이루어진 유기 활성층을 트랜지스터 내의 유기 반도체로서 사용하는 OTFT는, 실리콘 트랜지스터와 비교할 때, 플라즈마를 이용한 화학증착(CVD)이 아닌 상압의 프린팅 공정에 의한 반도체층의 형성이 가능하고, 필요에 따라서는 전체 제조공정이 플라스틱 기판을 이용한 연속공정(Roll to Roll)에 의해 달성될 수 있어 저가의 트랜지스터를 구현할 수 있는 큰 장점이 있다.

<11> 그러나, OTFT는 비정질 실리콘 TFT와 비교할 때, 전하 이동도가 낮고, 구동전압 및 문턱전압 (Threshold Voltage)이 매우 높은 문제점이 있다. N. Jackson 등은 펜타센(Pentacene)을 이용하여  $0.6 \text{ cm}^2 \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{sec}^{-1}$ 의 전하 이동도를 달성함으로써 유기TFT의 실용화 가능성을 높였으나 (54<sup>th</sup> Annual device Research Conference Digest 1996), 상기 경우에도 여전히 전하이동도는 만족스럽지 않을 뿐만 아니라, 100V 이상의 구동전압 및 비정질 실리콘 TFT의 50배 이상에 해당하는 부문턱전압 (sub-threshold)이 필요한 문제점이 있다. 한편, 미국특허 5,981,970호 및 Science (Vol. 283, pp822-824)는 고유전율(High-k) 절연막을 사용하여 구동전압 및 문턱전압을 낮춘 OTFT를 개시하고 있는 바, 이 경우 게이트 절연막은  $\text{Ba}_x\text{Sr}_{1-x}\text{TiO}_3$  (BST; Barium Strontium Titanate),  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Y}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$  과 같은 무기금속산화물 또는  $\text{PbZr}_x\text{Ti}_{1-x}\text{O}_3$ (PZT),  $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$ ,  $\text{BaMgF}_4$ ,  $\text{SrBi}_2(\text{Ta}_{1-x}\text{Nb}_x)_2\text{O}_9$ ,  $\text{Ba}(\text{Zr}_{1-x}\text{Ti}_x)\text{O}_3$  (BZT),  $\text{BaTiO}_3$ ,  $\text{SrTiO}_3$ ,  $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$  등의 강유전성 절연체로 이루어져 있으며, 화학증착, 물리증착, 스퍼터링, 졸-겔 코팅 방법에 의해 제조되고, 유전율이 15 이상이다. 상기 특허에 따른 OTFT는 구동전압을 -5V 까지 낮출 수 있었으나, 달성 가능한 전하 이동도는  $0.6 \text{ cm}^2 \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{sec}^{-1}$  이하로 여전히 만족스럽지 않을 뿐만 아니라, 대부분의 제조 공정이 200 내지 400°C의 고온을 요구하므로 다양한 소재의 기판을 사용할 수 없고, 소자 제작시 단순 코팅 또는 프린팅 등의 통상의 습식공정을 사용하기 어려운 문제가 있다. 한편, 미국특허 제6,232,157호는 유기 절연막으로서 폴리이미드, 벤조시클로부텐 (benzocyclobutene), 또는 폴리아크릴 등을 사용한 예를 개시하고 있으나, 무기 절연막을 대체할 정도의 소자 특성은 나타내지 못하고 있다.

<12> 박막 전자소자의 성능향상을 위해, 2 이상의 다층 게이트 절연막을 사용하려는 시도도 있어 왔는 바, 미국특허 제 6,563,174호는 비정질 질화실리콘(silicon nitride) 및 산화규소(silicon oxide)로 이루어진 다층의 게이트 절연막을, 미국특허 제 6,558,987호는 동일 물질을 사용한

이중 절연막을 개시하고 있으며, 이에 의해 전기 절연성을 높이고, 반도체층의 막질(crystalline quality)을 향상시켰다고 보고하고 있다. 그러나, 상기 특허들은 모두 비정질 실리콘계나 단결정 실리콘을 이용한 무기 TFT 경우에 국한되어 개발되었으며, 모두 무기 재료를 사용하고 있어 유기 반도체에 적용이 곤란한 문제가 있다.

<13> 최근, 액정표시소자(LCD) 뿐만 아니라 유기 EL을 이용한 플렉시블 디스플레이(flexible display)의 구동소자에 이르기까지 다양한 소자에서 OTFT를 이용하려는 시도가 이루어지고 있는 바, 이를 위해서는 OTFT의 전하이동도가  $5 \text{ cm}^2 \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{sec}^{-1}$  이상이어야 하고, 구동전압 및 문턱전압이 낮아야 하며 절연막의 절연특성도 좋아야 한다. 특히, 공정의 단순화 및 비용 절감을 위해 그 제조가 플라스틱기판상의 all-printing이나 all-spin on 방식에 의해 이루어질 것이 요구되고 있다. 이러한 필요성 때문에 유기 게이트절연막을 간단한 공정으로 수행할 수 있으며, 그 위의 유기 활성층과 계면에서 전하 이동도를 높일 수 있는 방법에 대한 연구가 활발히 수행되고 있으나, 만족할 만한 대안은 없는 상태이다.

<14> 따라서, 당해 기술분야에는 높은 전하이동도를 보장할 뿐만 아니라, 전기 절연성이 우수하며 구동전압 및 문턱전압도 낮고, 절연막의 제조가 모두 통상의 습식공정에 의해 달성될 수 있는 새로운 구조의 유기 TFT의 개발이 절실히 요구되고 있다.

#### 【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<15> 본 발명자들은 상기 과제를 해결하고자 예의 연구한 결과, OTFT에 있어 i) 고 유전율(High-k) 재료의 제 1절연층 및, ii) 유기활성층의 바로 밑에 위치하고 유기활성층과 친화적인(compatible) 절연성 유기 고분자의 제 2절연층을 포함한 다층구조의 게이트 절연막을

사용할 경우, 높은 수준의 전하이동도를 유지하면서도 문턱전압과 구동전압이 낮으며, 그 제조가 프린팅 또는 스핀코팅 등의 습식공정에 의해 완성될 수 있는 OTFT를 수득할 수 있음을 확인하고 본 발명에 이르게 되었다.

- <16> 결국, 본 발명은 낮은 문턱전압 및 구동 전압을 가지며, 유기 활성층과의 전하이동도가 높고, 그 제조 또한 용이한 유기 박막트랜지스터를 제공하고자 하는 것이다.

### 【발명의 구성 및 작용】

- <17> 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 한 측면은 기판위에 게이트 전극, 게이트 절연층, 유기 활성층, 소스/드레인 전극 혹은 게이트 전극, 게이트 절연층, 소스/드레인 전극, 유기활성층이 차례로 형성된 유기 박막트랜지스터에 있어서, 상기 게이트 절연층이 i) 고 유전율 재료의 제 1절연층과 ii) 상기 유기활성층과 친화적인(compatible) 절연성 유기고분자의 제 2절연층을 포함하며, 상기 제 2절연층은 상기 유기활성층의 바로 아래에 존재하도록 구성되어 있는 다층 구조의 절연막인 것을 특징으로 하는 박막 트랜지스터에 관한 것이다.

- <18> 이하, 본 발명을 보다 상세히 설명한다.

- <19> 본 발명에 따른 OTFT는 a) 표면에 게이트 전극이 위치할 기판; b) 게이트 전극; c) 상기 게이트 전극상에 위치하며 이를 오버랩핑(overlapping)할 게이트 절연층으로서, i) 고 유전율 재료로 이루어진 제 1 절연층; 및 ii) 유기활성층의 바로 아래 존재하며, 유기활성층과 친화적인 절연성 유기고분자로 이루어진 제 2 절연층을 포함한 다층구조를 가진 게이트 절연막; d)

상기 게이트 절연막상에 형성된 유기활성층으로 이루어진 유기반도체 층; 및 e) 소스/드레인 전극을 포함한다.

<20> 이 때 유기활성층과 소스/드레인 전극은 적층순서가 바뀔 수 있다.

<21> 본 발명의 한 바람직한 구현예에 따른 OTFT의 모식적 단면 구조를 도 1에 나타내었다. 도 1은 2층으로 이루어진 게이트 절연막을 도시하고 있으나, 상기 도는 하나의 바람직한 구현예이며, 본 발명의 목적을 저해하지 않는 범위 내에서 게이트 절연막이 2층 이상의 구조를 가질 수 있다. 상기 도에서, 1은 기판을, 2는 게이트 절연막의 제 1 절연층을, 3은 게이트 절연막의 제 2절연층을, 4는 유기활성층 (즉, 유기반도체 층)을, 5는 게이트 전극을, 그리고 6과 7은 각각 소스 및 드레인 전극을 나타낸다. 제 1절연층과 제 2절연층의 두께를 조절하면 게이트 절연막의 총 유효 유전율을 조절할 수 있다.

<22> 본 발명에 따른 OTFT의 게이트 절연막은 전기절연 특성이 우수하고, 높은 유전상수(High-k dielectric)를 가진 고유전율 재료로 이루어진 제 1절연층을 포함한다. 상기 제 1절연층은 습식공정에 의해 형성될 수 있다. 보다 상세히, 상기 제 1 절연층은 ① 절연성 유기 고분자와 5 이상의 유전상수를 가진 유기금속화합물과의 혼합물 또는 ② 절연성 유기 고분자와 5 이상의 유전상수를 가진 무기금속산화물 또는 강유전성 절연체의 나노입자와의 혼합물로 이루어진다. 유기 고분자와 유기금속화합물간의 중량비 또는 유기 고분자와 나노입자간의 중량비를 조절하면 유전상수 k를 조절할 수 있다. 제 1절연층의 유전상수 k 값은 5 이상이며, 상기 값이 5 미만인 경우, 유효 유전율이 낮아서 구동특성의 개선을 기대하기 힘들다. 무기금속산화물이나 강유전성 절연체의 나노입자 혼합물은 게이트 전극을 포함한 기판 상에 습식공정에 의해 상기 혼합물의 필름을 수득한 다음 이를 베이킹하여 제조할 수 있다.

<23> 제 1절연층을 구성하는 상기 절연성 유기고분자는 절연 특성을 나타내는 대부분의 고분자를 포함하며, 바람직한 유기고분자의 예는 폴리에스테르 (polyester), 폴리카보네이트 (polycarbonate), 폴리비닐알코올 (polyvinylalcohol), 폴리비닐부티랄 (polyvinylbutyral), 폴리아세탈 (polyacetal), 폴리아릴레이트 (polyarylate), 폴리아마이드 (polyamide), 폴리아미드 이미드 (polyamidimide), 폴리에테르이미드 (polyetherimide), 폴리페닐렌에테르 (polyphenylenether), 폴리페닐렌설파이드 (polyphenylenesulfide), 폴리에테르설포 (polyethersulfone), 폴리에테르케톤 (polyetherketone), 폴리프탈아마이드 (polyphthalamide), 폴리에테르니트릴 (polyethernitrile), 폴리에테르설포 (polyethersulofone), 폴리벤즈이미다졸 (polybenzimidazole), 폴리카보다이미드 (polycarbodiimide), 폴리실록산 (polysiloxane), 폴리메틸메타크릴레이트 (polymethylmethacrylate), 폴리메타크릴아마이드 (polymethacrylamide), 니트릴고무 (nitrile rubber), 아크릴 고무 (acryl rubber), 폴리에틸렌테트라플루오라이드 (polyethylenetetrafluoride), 에폭시 수지 (epoxy resin), 페놀 수지 (phenol resin), 멜라민 수지 (melamine resin), 우레아 수지 (urea resin), 폴리부텐 (polybutene), 폴리펜텐 (polypentene), 에틸렌-프로필렌 공중합체 (ethylene-co-propylene), 에틸렌-부텐-디엔 공중합체 (ethylene-co-butene diene), 폴리부타디엔 (polybutadiene), 폴리이소프렌 (polyisoprene), 에틸렌-프로필렌-디엔 공중합체 (ethylene-co-propylene diene), 부틸고무 (butyl rubber), 폴리메틸펜텐 (polymethylpentene), 폴리스티렌 (polystyrene), 스티렌-부타디엔 공중합체 (styrene-co-butadiene), 수첨스티렌-부타디엔 공중합체 (hydrogenated styrene-co-butadiene), 수첨폴리이소프렌 (hydrogenated polyisoprene), 수첨폴리부타디엔 (hydrogenated polybutadiene) 및 이들의 혼합물을 포함하나, 이에 제한되지 않는다.

<24> 제 1절연층의 제조에 사용되는 상기 유기금속화합물은 티타늄계, 지르코늄계, 하프늄계 및 알루미늄계 유기금속화합물이다. 바람직한 유기금속화합물의 예는 티타늄(IV) 엔-부톡시드 [titanium(IV) n-butoxide], 티타늄(IV) 티-부톡시드 [titanium (IV) t-butoxide], 티타늄(IV) 에톡시드 [titanium(IV) ethoxide], 티타늄 (IV) 2-에틸헥소시드 [titanium(IV) 2-ethylhexoxide], 티타늄(IV) 이소-프로폭시드 [titanium(IV) isopropoxide], 티타늄(IV) (디-이소-프로폭시드)비스(아세틸아세토네이트) [titanium(IV) (di-isopropoxide) bis-(acetylacetonate)], 티타늄(IV) 옥시드비스(아세틸아세토네이트) [titanium(IV) oxide bis(acetylacetonate)], (트리클로로트리스(테트라히드로퓨란)티타늄(III) [trichlorotris(tetrahydrofuran) titanium(III)], 트리스(2,2,6,6-테트라메틸-3,5-헵탄디오네이트)티타늄(III) [tris(2,2,6,6-tetramethyl-3,5-heptanedionato)titanium(III)], (트리메틸)펜타메틸-시클로펜타디에닐티타늄 (IV) [(trimethyl) pentamethyl cyclopentadienyl-titanium(IV)], 펜타메틸시클로펜타디에닐티타늄 트리클로라이드(IV) [pentamethylcyclopentadienyltitanium trichloride (IV)], 펜타메틸시클로-펜타디에닐티타늄 트리메톡시드(IV) [pentamethylcyclo -pentadienyltitanium trimethoxide(IV)], 테트라클로로비스(시클로헥실머캅토)티타늄(IV) [tetrachlorobis(cyclohexylmercapto) titanium(IV)], 테트라클로로비스(테트라히드로퓨란)티타늄(IV) [tetrachlorobis(tetrahydrofuran)titanium (IV)], 테트라클로로디아민티타늄(IV) [tetrachlorodiamminetitanium(IV)], 테트라키스(디에틸아미노)티타늄(IV) [tetrakis(diethylamino)titanium(IV)], 테트라키스(디메틸아미노)티타늄(IV) [tetrakis(dimethylamino)titanium(IV)], 비스(티-부틸시클로펜타디에닐)티타늄 디클로라이드[bis(t-butylcyclopentadienyl)titanium dichloride], 비스(시클로펜타디에닐)디카보닐 티타늄(II) [bis(cyclopentadienyl) dicarbonyl titanium(II)], 비스(시클로펜타디에닐)티타늄

디클로라이드[bis(cyclopentadienyl)titanium dichloride], 비스(에틸시클로펜타디에닐)티타늄  
 디클로라이드[bis(ethylcyclopentadienyl)titanium dichloride], 비스(펜타메틸시클로펜타디에  
 nil)티타늄 디클로라이드 [bis(pentamethyl -cyclopentadienyl)titanium dichloride], 비스(이  
 소-프로필시클로펜타디에닐)티타늄 디클로라이[bis(isopropylcyclopentadienyl)titanium  
 dichloride], 트리스 (2,2,6,6-테트라메틸-3,5-헵탄디오네이트)옥소티타늄(IV)  
 [tris(2,2,6,6-tetramethyl-3,5-heptanedionato)oxotitanium(IV)], 클로로티타늄 트리이소프로  
 폭시드 [chlorotitanium triisopropoxide], 시클로펜타디에닐티타늄 트리클로라이드  
 [cyclopentadienyltitanium trichloride], 디클로로비스(2,2,6,6-테트라메틸-3,5-헵탄디오네이  
 토)티타늄(IV) [dichlorobis(2,2,6,6-tetramethyl-3,5-heptanedionato)titanium (IV)], 디메틸  
 비스(티-부틸시클로펜타디에닐)티타늄(IV) [dimethylbis(t-  
 butylcyclopentadienyl)titanium(IV)], 또는 디(이소프로폭시드)비스(2,2,6,6-테트라메틸-3,5-  
 헵탄디오네이트)티타늄(IV)[di(isopropoxide)bis(2,2,6,6-tetramethy  
 l-3,5-heptanedionato)titanium(IV)]과 같은 티타늄계 화합물; 지

르코늄 (IV) 엔-부톡시드 [zirconium (IV) n-butoxide], 지르코늄 (IV) 티-부톡시드 [zirconium (IV) t-butoxide], 지르코늄 (IV) 에톡시드 [zirconium (IV) ethoxide], 지르코늄 (IV) 이소-프로폭시드 [zirconium (IV) isopropoxide], 지르코늄 (IV) 엔-프로폭시드 [zirconium(IV)n-propoxide], 지르코늄 (IV) (아세틸아세토네이트) [zirconium (IV) acetylacetonate], 지르코늄 (IV) 헥사플루오로아세틸아세토네이트 [zirconium (IV) hexafluoroacetylacetonate], 지르코늄 (IV) 트리플루오로아세틸아세토네이트 [zirconium (IV) trifluoroacetylacetonate], 테트라키스(디에틸아미노)지르코늄 [tetrakis(diethylamino)zirconium], 테트라키스(디메틸아미노)지르코늄 [tetrakis(dimethylamino)zirconium], 테트라키스(2,2,6,6-테트라메틸-3,5-헵탄디오네이트)지르코늄 (IV) [tetrakis(2,2,6,6-tetramethyl-3,5-heptanedionato)zirconium (IV)], 지르코늄 (IV) 설페이트 테트라히드레이트 [zirconium (IV) sulfate tetrahydrate], 하프늄 (IV) 엔-부톡시드 [hafnium (IV) n-butoxide], 하프늄 (IV) 티-부톡시드 [hafnium (IV) t-butoxide], 하프늄 (IV) 에톡시드 [hafnium (IV) ethoxide], 하프늄 (IV) 이소-프로폭시드 [hafnium (IV) isopropoxide], 하프늄 (IV) 이소-프로폭시드 모노이소프로필레이트 [hafnium (IV) isopropoxide monoisopropylate], 하프늄 (IV) (아세틸아세토네이트) [hafnium (IV) acetylacetonate], 또는 테트라키스(디메틸아미노)하프늄 [tetrakis(dimethylamino) hafnium] 과 같은 지르코늄 혹은 하프늄 화합물; 및 알루미늄 엔-부톡시드 [aluminium n-butoxide], 알루미늄 티-부톡시드 [aluminium t-butoxide], 알루미늄 에스-부톡시드 [aluminium s-butoxide], 알루미늄 에톡시드

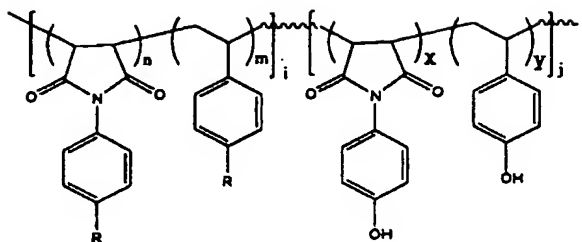
[aluminium ethoxide], 알루미늄 이소-프로폭시드 [aluminium isopropoxide], 알루미늄 (아세틸아세토네이트) [aluminium acetylacetonate], 알루미늄 헥사플루오로아세틸아세토네이트 [aluminium hexafluoroacetylacetonate], 알루미늄 트리플루오로아세틸아세토네이트 [aluminium trifluoroacetylacetonate], 또는 트리스

(2,2,6,6-테트라메틸-3,5-헵탄디오네이트)알루미늄[tris(2,2,6,6-tetramethyl-3,5-heptanedionato)aluminium]] 등과 같은 알루미늄 화합물을 포함하나, 이에 제한되지는 않는다.

<25> 제 1절연층의 제조에 사용되는 금속산화물의 나노입자의 바람직한 예는  $Ta_2O_5$ ,  $Y_2O_3$ ,  $TiO_2$ ,  $CeO_2$ , 및  $ZrO_2$ 의 나노입자를 포함하나 이에 제한되지는 않는다. 상기 금속산화물 나노입자들은 유전율이 5 이상인 것이 바람직하다. 제 1절연층의 제조에 사용되는 강유전성 절연체 나노입자의 예는 Barium Strontium Titanate (BST),  $PbZr_xTi_{1-x}O_3$  (PZT),  $Bi_4Ti_3O_{12}$ ,  $BaMgF_4$ ,  $SrBi_2(Ta_{1-x}Nb_x)_2O_9$ ,  $Ba(Zr_{1-x}Ti_x)O_3$  (BZT),  $BaTiO_3$ ,  $SrTiO_3$ , 및  $Bi_4Ti_3O_{12}$ 의 나노입자를 포함하나, 이에 제한되지는 않는다. 나노입자의 직경은 특별히 제한되지는 않으나, 바람직하게는 1 내지 100 nm 이다.

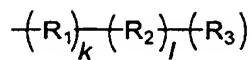
<26> 본 발명에 따른 OTFT에서 게이트 절연막은 유기활성층의 바로 아래 존재하며, 유기활성층과 친화적인(compatible) 절연성 유기 고분자의 제 2 절연층을 포함한다. 상기 제 2절연층은 제 1절연층과 마찬가지로 습식공정에 의해 형성될 수 있다. 본 발명에 따른 OTFT에서 제 2절연층의 제조에 사용될 수 있는 유기고분자는 폴리비닐페놀(poly vinyl phenol), 폴리 메틸 메타크릴레이트 (poly methyl metacrylate), 폴리아크릴레이트(polyacrylate), 폴리 비닐알코올(poly vinyl alcohol) 또는 하기 화학식 1로 나타내어지는 중합체이다:

## &lt;27&gt; 【화학식 1】

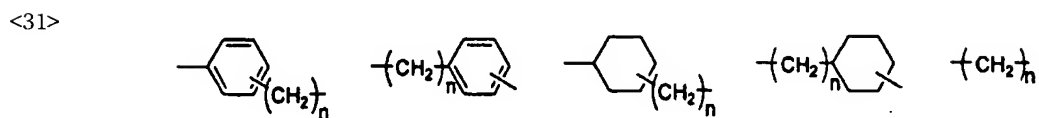


<28> [상기 식에서 R은 하기 화학식 2로 표시되며:

## &lt;29&gt; 【화학식 2】

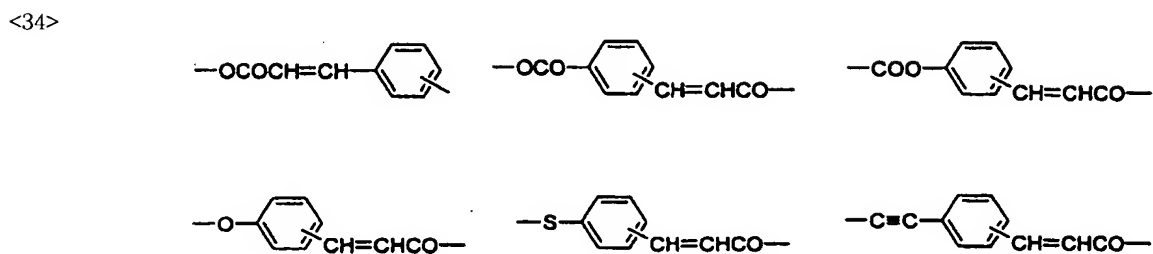


<30> (상기 식에서 R<sub>1</sub>은 하기로 이루어진 군으로부터 선택되고 이 때, 각각의 기에 있어서 n은 0 내지 10 의 정수이고:



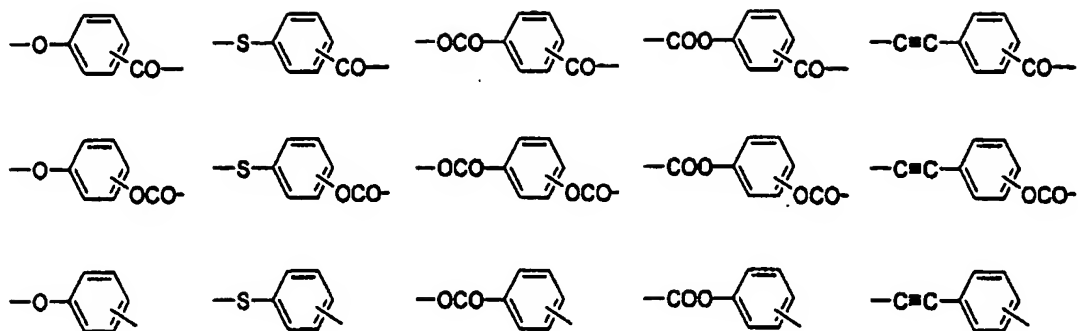
<32> R<sub>2</sub>는 하기 군 I 및 II로부터 선택되며, 이 때, 적어도 하나의 R<sub>2</sub>는 군 I로부터 선택된 것이고:

## &lt;33&gt; (I)



## &lt;35&gt; (II)

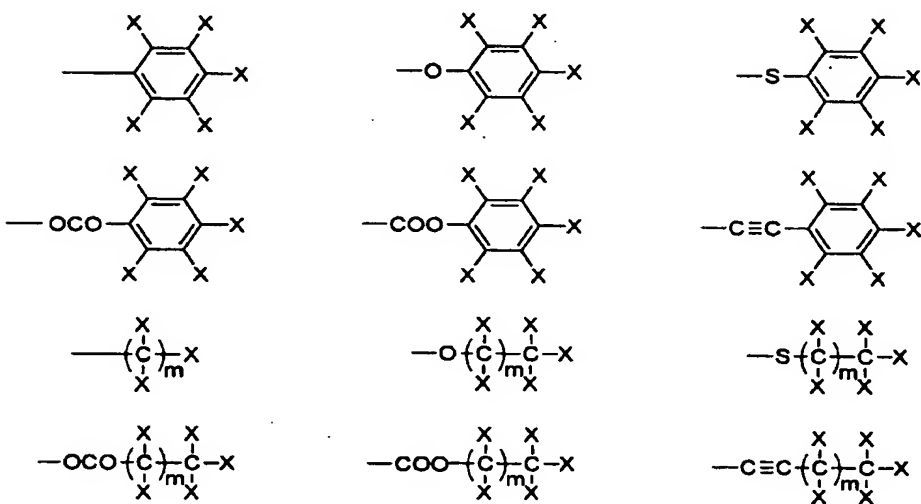
&lt;36&gt;



&lt;37&gt;

$R_3$ 는 수소원자 또는 하기 군으로부터 선택되며, 이 때 하기 군에서 X는 수소원자, 탄소수 1~13의 알킬기나 알콕시기, 탄소수 6~20 방향족기, 이종원자가 방향족 링에 포함된 탄소수 4~14의 헤테로방향족기,  $-(OCH_2)_pCH_3$  (p는 0 내지 12의 정수), 불소원자, 염소원자이고, m은 0 내지 18의 정수이며:

&lt;38&gt;



&lt;39&gt;

k는 0 내지 3의 정수이고; l은 1 내지 5의 정수이며; 상기  $R_1$ ,  $R_2$ 가 복수개인 경우 각각의  $R_1$ ,  $R_2$ 는 서로 다를 수 있다);

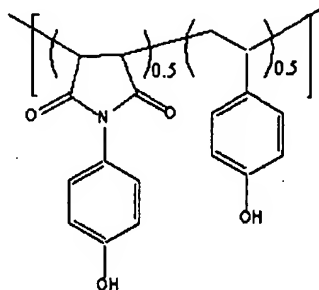
&lt;40&gt;

m과 n의 합은 1이고, m 및 n은 각각 0.3 내지 0.7 사이의 실수이며;

- <41>  $x$ 와  $y$ 의 합은 1이고,  $x$ 는 0.3 내지 0.7 사이의 실수,  $y$ 는 0.3 내지 0.7 사이의 실수이며,  $i$ 와  $j$ 의 합은 1이고,  $i$ 는 0 내지 1 사이의 실수,  $j$ 는 0 내지 1 사이의 실수이다].
- <42> 화학식 1의 중합체와 같이, 절연성 유기고분자에 광배향기를 도입한 경우, 유기활성막의 배향을 증가시켜 전하 이동도를 높이면서, 유기 활성막 형성에 유리한 조건을 제공함으로써 활성층의 그래인 크기를 증가시켜서 트랜지스터 특성을 향상시킬 수 있는 면에서 더욱 바람직하다. 화학식 1에 따른 중합체의 바람직한 예를 들면 다음과 같다:

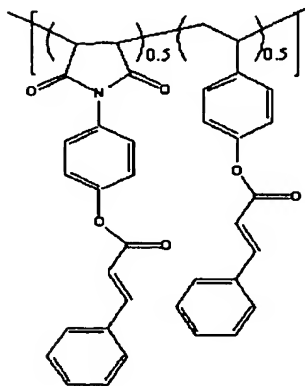
<43> 【화학식 3】

S1



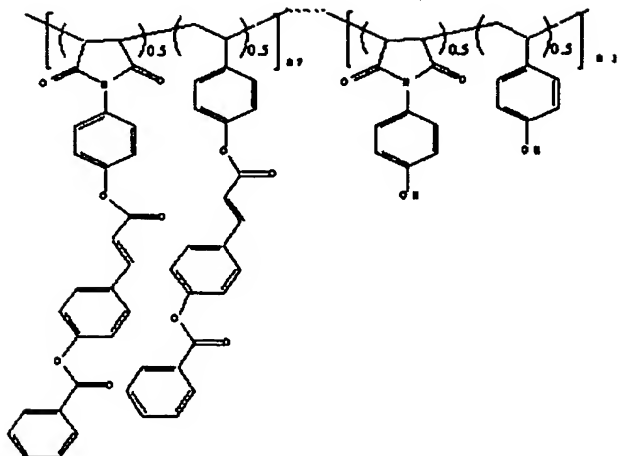
<44> 【화학식 4】

S2



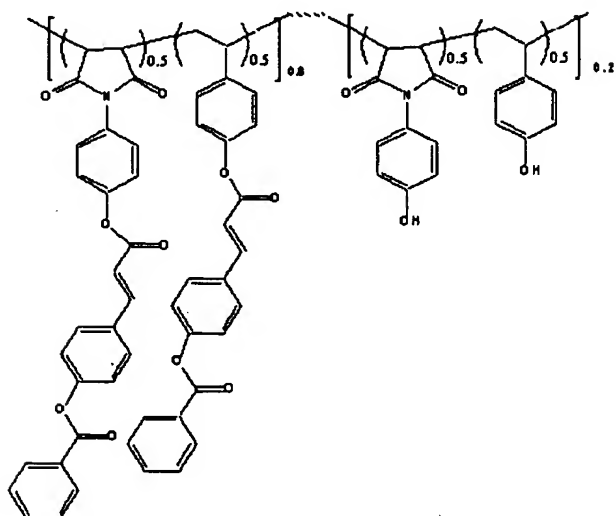
## &lt;45&gt; 【화학식 5】

S3



## &lt;46&gt; 【화학식 6】

S4



<47> 본 발명에 따른 OTFT에 있어 게이트 절연막을 형성하는 제 1절연층 및 제 2절연층을 제조하기 위해 사용가능한 습식공정의 예는 딥코팅(dip coating), 스핀코팅(spin coating), 프린팅(printing), 분무코팅(spray coating), 또는 롤 코팅(roll coating)을 포함하나 이에 제한되지는 않는다.

- <48> 본 발명자의 연구에 따르면, 전술한 다층 구조의 게이트 절연막은 우수한 절연특성을 가질 뿐만 아니라, 이를 사용한 OTFT는 전하 이동도가 높고 구동전압 및 문턱전압이 낮으며,  $I_{on}/I_{off}$ 도 단층 게이트 절연막일때 보다 우수하다. 특히, 게이트 절연막의 제조가 프린팅 또는 스핀코팅 등 통상의 습식공정에 의해 제조가 가능한 반면, 그 성능은 화학증착 등의 번거로운 공정에 의해서만 형성될 수 있는 무기절연막에 필적한다.
- <49> 본 발명에 따른 OTFT에서 반도체층으로 사용되는 유기 활성층은 유기반도체로 사용되는 공지된 모든 재료를 사용하여 제조될 수 있으며, 바람직한 유기 활성층은 펜타센(pentacene), 구리 프탈로시아닌(copper phthalocyanine), 폴리티오펜 (polythiophene), 폴리아닐린 (polyaniline), 폴리아세틸렌(polyacetylene), 폴리피롤(polypyrrole), 폴리페닐렌비닐렌 (polyphenylene vinylene) 또는 이들의 유도체로부터 제조될 수 있으나, 이에 제한되지는 않는다.
- <50> 본 발명에 따른 OTFT의 기판, 게이트 전극, 및 소스/드레인 전극의 재질은 유기 박막트랜지스터에서 사용되는 것으로 알려진 모든 재료를 포함한다. 보다 바람직하게는 기판은 플라스틱 기판, 유리 기판, 석영 기판, 또는 실리콘 (silicon) 기판이고, 게이트 및 소스/드레인 전극은 금(Au), 은(Ag), 알루미늄(Al), 니켈(Ni), 인듐틴산화물(ITO)으로 이루어지나 이에 제한되는 것은 아니다.
- <51> 본 발명의 한 바람직한 구현예에 따른 OTFT는 기판 상에 게이트 전극을 준비하고, 상기 게이트 전극 위에 고유전율의 제 1절연층을 스핀코팅, 프린팅 등 습식공정에 의해 형성하고, 상기 제 1 절연층 상에 유기활성층과 친화성있는 절연성 유기 고분자의 제 2절연층을 습식공정에 의해 형성한 다음, 그 위에 유기활성층을 형성한 후 소스 드레인 전극을 형성하거나, 혹은 소스 드레인 전극을 형성한 후 유기활성층을 형성함으로써 제조할 수 있다

<52> [실시예]

<53> 이하, 구체적인 실시예를 통해 본 발명의 구성 및 효과를 보다 상세히 설명하고자 하나, 하기 실시예는 설명을 목적으로 한 것으로 본 발명의 범위를 제한하고자 하는 것은 아니다.

<54> 제조예 1 내지 4 : 고유전율의 제 1절연층 제조

<55> 폴리비닐부티랄(PVB) 및 테트라부틸 티타네이트( $\text{Ti}(\text{OC}_4\text{H}_9)_4$ )를 표 1에 나타난 조성비로 혼합하고 이를 이소프로필 알콜에 용해시켜 농도 10 내지 20wt%의 용액을 제조하였다. 스핀코팅법을 사용하여 알루미늄 기판상에 상기 용액을 도포하여 2000Å 두께의 필름을 형성하고, 70℃에서 1시간, 150℃에서 30분간 열경화하여 제 1절연층을 제조하였다. 제조된 제 1 절연층상에 알루미늄 기판을 두어 금속-절연막-금속 구조의 커패시터(capacitor)를 제조하고 이를 이용하여 100KHz 에서 절연성을 측정하였다. 그 결과는 표 1에 나타내었다

<56> 【표 1】

	PVB(wt%)	$\text{Ti}(\text{OC}_4\text{H}_9)_4$ (wt%)	Ti 함량 (wt%)	k (유전상수)
제조예 1	75	25	40	5.6
제조예 2	50	50	66	15
제조예 3	30	70	82	27
제조예 4	10	90	95	30

<57> 상기 표 1에서 나타낸 바와 같이, 티타네이트의 양을 조절함으로써 유전상수값을 최대 30까지 높일 수 있다.

<58> 실시예 1

<59> 알루미늄으로 이루어진 게이트 전극을 포함한 유리 기판 상에 제조예 2와 같은 방법으로 제 1 절연층을 형성하였다. 화학식 3으로 나타내어지는 중합체 (이하, S1 이라 함)의 시클로헥사논 용액 (10wt%)을 제조하고, 상기 제 1절연층상에 스핀코팅하여 5000Å 두께의 필름을 형성한 다음, 질소분위기 하에서 온도를 100℃로 하여 1시간 베이킹하여 총 두께 700nm의 게이트 절연막을 형성하였다. 제조된 게이트 절연막 상에, OMBD (Organic molecular beam deposition)방식으로 700Å 두께로 펜타센의 유기활성층을 형성하였다. 활성층의 형성은 진공도  $2 \times 10^{-6}$  torr, 기판 온도 80℃, 증착비 0.3Å/sec의 조건하에 수행하였다. 상기 제조된 활성층 상에 채널길이 100 μm, 채널폭 1mm인 새도우 마스크로 탑컨택 (top contact)방식에 의해 소스/드레인 전극을 형성함으로써 OTFT를 제작하였다. 제조된 OTFT의 단위면적당 유전율  $C_0$  (nF/단위면적), 문턱전압,  $I_{on}/I_{off}$ , 전하이동도를 다음과 같이 측정하여 하기 표 2에 나타내었다:

<60> 1) 단위면적당 유전율  $C_0$

<61> 유전특성을 나타내는 유전상수는 측정된 유전율  $C_0$ 로부터 하기 식에 의해 구하였다:

$$<62> C_0 = \epsilon \epsilon_0 (A/d)$$

<63> (상기 식에서, A는 측정 소자의 면적이고, d는 유전체 두께이며,  $\epsilon$  및  $\epsilon_0$ 는 각각 유전체 및 진공의 유전상수이다).

<64> 2) 전하이동도 및 문턱전압

<65> 전하이동도는 하기 포화영역 (saturation region) 전류식으로부터 추출하는 바, 하기 식으로부터  $(I_{SD})^{1/2}$  과  $V_G$  를 변수로 한 그래프를 얻고 그 기울기로부터 구하였다:

<66>

$$I_{SD} = \frac{WC_0}{2L} \mu (V_G - V_T)^2$$

&lt;67&gt;

$$\sqrt{I_D} = \sqrt{\frac{\mu C_o W}{2L}} (V_G - V_T)$$

$$slope = \sqrt{\frac{\mu C_o W}{2L}}$$

$$\mu_{FET} = (slope)^2 \times \frac{2L}{C_o W}$$

<68> (상기 식에서,  $I_{sd}$ 는 소스-드레인 전류이고,  $\mu$  또는  $\mu_{FET}$ 는 전하이동도이며,  $C_o$ 는 산화막 정전용량이고,  $W$ 는 채널 폭이며,  $L$ 은 채널 길이이고,  $V_G$ 는 게이트 전압이고,  $V_T$ 는 문턱전압이다).

<69> 문턱전압(Threshold Voltage,  $V_T$ )은  $(I_D)^{1/2}$ 와  $V_G$ 간의 그래프에서 선형부분의 연장선과  $V_G$ 축과의 교점으로부터 구하였다. 문턱전압은 절대값이 0에 가까워야 전력이 적게 소모된다.

<70> 3)  $I_{on}/I_{off}$

<71>  $I_{on}/I_{off}$ 는 온(On) 상태의 최대 전류 값과 오프(Off) 상태의 최소 전류 값의 비로 구해지며, 하기 관계를 가진다:

&lt;72&gt;

$$\frac{I_{on}}{I_{off}} = \left(\frac{\mu}{\sigma}\right) \frac{C_o^2}{q N_A t^2} V_D^2$$

<73> (상기 식에서  $I_{on}$ 은 최대 전류값이고,  $I_{off}$ 는 차단누설전류(off-state leakage current)이며,  $\mu$ 는 전하이동도이고,  $\sigma$ 는 박막의 전도도이며,  $q$ 는 전하량이고,  $N_A$ 는 전하밀도이며,  $t$ 는 반도체막의 두께이고,  $C_o$ 는 산화막 정전용량이고,  $V_D$ 는 드레인 전압이다).

<74>  $I_{on}/I_{off}$  전류비는 유전막의 유전율이 크고 두께가 작을수록 커지므로 유전막의 종류와 두께가 전류비를 결정하는데 중요한 요인이 된다. 차단누설전류 (off-state leakage current)인  $I_{off}$ 는 오프 상태일 때 흐르는 전류로서, 오프 상태에서의 최소전류로 구하였다.

<75> 도 3은 유효 유전율이 증가되었을 때,  $I_{SD}$  대  $V_G$ 의 변화를 나타낸 것이다. 본 발명에 따른 게이트 절연층을 사용한 경우, 곡선이 0에 가까이 이동(shift)하고 있는 바, 문턱전압이 낮아짐을 보여준다. 도 4에서도  $(I_D)^{1/2}$ 의  $V_G$  관계 그래프에서 문턱전압이 50% 이상 감소하고 있음을 보여준다.

<76> 실시예 2

<77> 제조예 3과 동일한 조성, 용매 등을 사용하여 동일한 조건하에서 제 1절연층을 형성한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방식으로 OTFT를 제조하고 그 특성을 측정하였다. 측정결과는 표 2에 나타내었다.

<78> 실시예 3

<79> 제 1절연층의 두께를 300nm로 하고, 제 2절연층 두께를 400nm로 한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법을 사용하여 OTFT를 제조하고 그 특성을 측정하였다. 측정결과는 표 2에 나타내었다.

<80> 비교예 1

<81> 다층의 게이트 절연막 대신, S1의 시클로헥사논 용액 (10wt%)을 제조하고, 7000Å 두께로 스핀 코팅한 후, 질소 분위기 하 100℃에서 1시간 베이킹하여 수득한 필름을 게이트 절연막으로서 사용한 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일한 방법에 의해 OTFT를 제조하고 그 특성을 측정하였다. 결과는 표 2에 나타내었다.

<82> 실시예 4

<83> PVP(폴리비닐페놀)를 피그미아(Propylene Glycol Methyl Ether Acetate)에 용해시킨 용액 (15wt%)을 5000Å 두께로 스핀코팅한 후, 질소 분위기 및 100℃에서 1시간 베이킹하여 수득한 필름을 제 2절연층으로 사용한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법에 의해 OTFT를 제조하고 그 특성을 표 2에 나타내었다.

<84> 비교예 2

<85> 다층의 게이트 절연막 대신, PVP를 피그미아(Propylene Glycol Methyl Ether Acetate)에 용해시킨 용액 (15wt%)을 5000Å 두께로 스핀코팅한 후, 질소 분위기 및 100℃에서 1시간 베이킹하여 수득한 필름을 게이트 절연막으로 사용한 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일한 방법에 의해 OTFT를 제조하고 그 특성을 측정하였다. 결과는 표 2에 나타내었다.

<86> **【표 2】**

	제 1절연층	제 2절연층	C <sub>0</sub> (nF/단위면적)	문턱 전압	I <sub>on</sub> /I <sub>off</sub>	전하이동도
실시예 1	PVB:Ti(OC <sub>4</sub> H <sub>9</sub> ) <sub>4</sub> 50:50 (200 nm)	S1 (500nm)	7.0	-11V	1.02x10 <sub>4</sub>	3~5
실시예 2	PVB:Ti(OC <sub>4</sub> H <sub>9</sub> ) <sub>4</sub> 30:70 (200 nm)	S1 (500nm)	7.9	-9V	1.02x10 <sub>4</sub>	3~5
실시예 3	PVB:Ti(OC <sub>4</sub> H <sub>9</sub> ) <sub>4</sub> 50:50 (300 nm)	S1 (400nm)	8.6	-7V	7.76x10 <sub>3</sub>	3~5
실시예 4	PVB:Ti(OC <sub>4</sub> H <sub>9</sub> ) <sub>4</sub> 50:50 (200 nm)	PVP (500nm)	7.3	-13V	1.24x10 <sup>5</sup>	6
비교예 1	-	S1 (700nm)	5.9	-15V	6.67x10 <sub>3</sub>	3~5
비교예 2	-	PVP (700nm)	5.5	-17V	0.71x10 <sup>5</sup>	6

<87> 상기 표 2로부터 알 수 있는 바와 같이, 본 발명에 따른 OTFT는 전하이동도는 높은 반면, 구동 전압과 문턱전압이 낮으며  $I_{on}/I_{off}$  는 높고, 전기 절연특성도 우수하여 각종 전자소자에서 트랜지스터로써 유용하게 사용될 수 있다.

#### 【발명의 효과】

<88> 본 발명에 따른 유기 박막 트랜지스터는 문턱전압 및 구동전압이 낮고, 전하 이동도 및  $I_{on}/I_{off}$  가 높으며, 유기 반도체 층의 형성을 용이하게 할 수 있을 뿐만 아니라, 절연막 제조가 습식공정에 의해 달성될 수 있어 공정 단순화 및 비용절감 효과를 가져온다. 본 발명에 따른 OTFT는 flexible display 분야에서 유용하게 사용될 수 있다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

기판위에 게이트 전극, 게이트 절연층, 유기활성층, 소스/드레인 전극 혹은 게이트 전극, 게이트 절연층, 소스/드레인 전극, 유기활성층이 차례로 형성된 유기 박막트랜지스터에 있어서, 상기 게이트 절연막이 i) 고 유전율 재료의 제 1절연층과 ii) 상기 유기활성층과 친화적인(compatible) 절연성 유기고분자의 제 2절연층을 포함하며, 이 때 제 2절연층은 상기 유기 활성층 바로 아래에 존재하도록 되어 있는 다층구조의 절연막을 가지는 박막 트랜지스터.

**【청구항 2】**

제 1항에 있어서, 상기 게이트 절연막의 각 층은 습식공정에 의해 형성되는 것을 특징으로 하는 박막 트랜지스터.

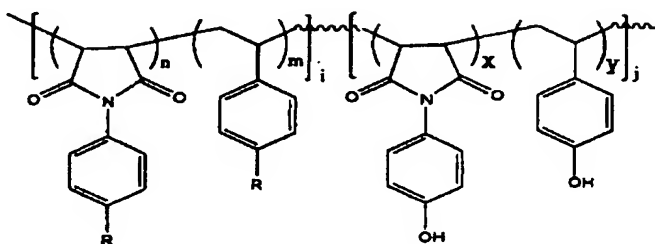
**【청구항 3】**

제 1항에 있어서, 상기 i) 제 1절연층을 위한 고 유전율 재료는 절연성 유기 고분자와 5 이상의 유전상수를 가진 유기금속화합물와의 혼합물이거나, 혹은 절연성 유기고분자와 5 이상의 유전상수를 가진 무기 금속산화물 또는 강유전성 절연체의 나노입자와의 혼합물인 것을 특징으로 하는 박막 트랜지스터.

## 【청구항 4】

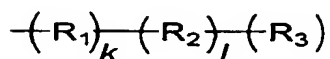
제 1항에 있어서, ii) 상기 제2 절연층을 위한 절연성 고분자는 폴리비닐페놀, 폴리아크릴레이트, 폴리비닐알코올 또는 하기 화학식 1로 나타내어지는 중합체로 이루어진 군으로부터 선택된 것을 특징으로 하는 박막 트랜지스터:

## [ 화학식 1 ]

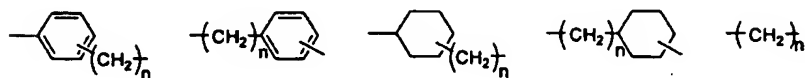


[ 상기 식에서 R은 하기 화학식 2로 표시되며:

## [화학식 2]

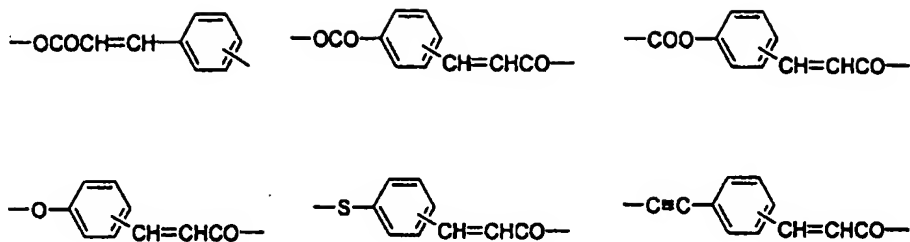


(상기 식에서 R<sub>1</sub>은 하기로 이루어진 군으로부터 선택되고 이 때, 각각의 기에 있어서 n은 0 내지 10 의 정수이고:

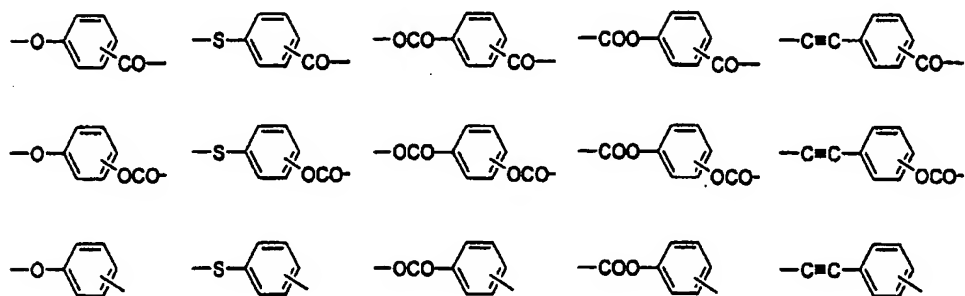


R<sub>2</sub>는 하기의 군 I 및 II 로부터 선택되며, 이 때, 적어도 하나의 R<sub>2</sub>는 군 I 로부터 선택된 것이고:

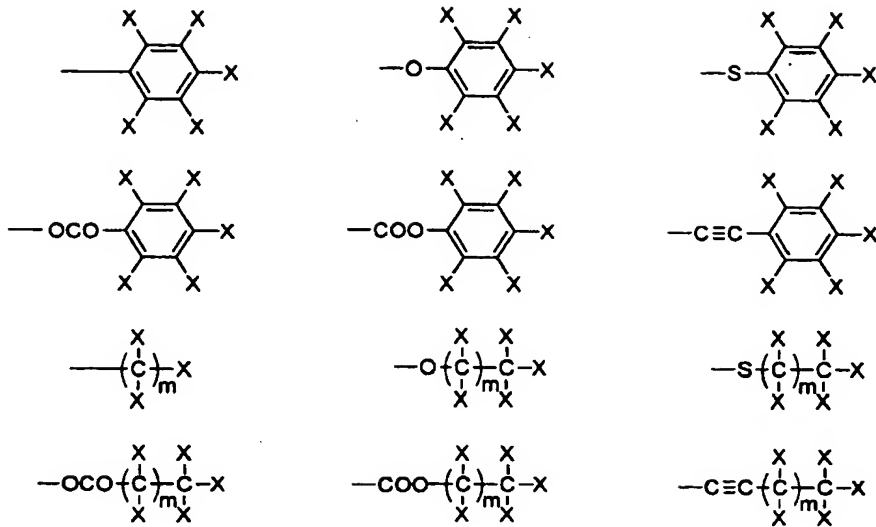
## (I)



( II )



$R_3$ 는 수소원자이거나 또는 하기 군으로부터 선택되며, 이 때 하기 군에서  $X$ 는 수소원자, 탄소수 1~13의 알킬기나 알콕시기, 탄소수 6~20 방향족기, 이종원자가 방향족 링에 포함된 탄소수 4~14의 헤테로방향족기,  $-(OCH_2)_pCH_3$  ( $p$ 는 0 내지 12의 정수), 불소원자, 염소원자이고,  $m$ 은 0 내지 18의 정수이며:



k 는 0 내지 3의 정수이고; l은 1 내지 5의 정수이며; 상기 R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>가 복수개인 경우 각각의 R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>는 서로 다를 수 있다);

m과 n의 합은 1이고, m은 0.3 내지 0.7 사이의 실수, n은 0.3 내지 0.7 사이의 실수이며;

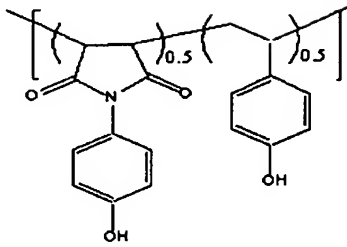
x와 y의 합은 1이고, x는 0.3 내지 0.7 사이의 실수, y는 0.3 내지 0.7 사이의 실수이며, i와 j의 합은 1이고, i는 0 내지 1 사이의 실수, j는 0 내지 1 사이의 실수이다].

#### 【청구항 5】

제 4항에 있어서, 화학식 1로 나타내어지는 중합체는 하기 화학식 3, 4, 5 또는 6으로 나타내어지는 화합물인 것을 특징으로 하는 박막 트랜지스터:

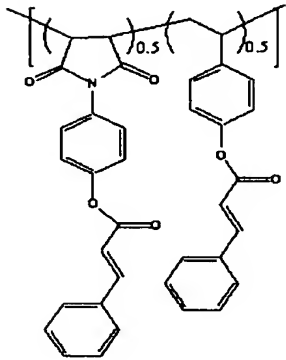
[화학식 3]

S1



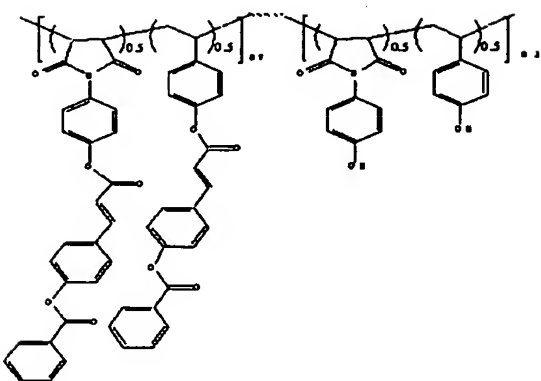
[화학식 4]

S2



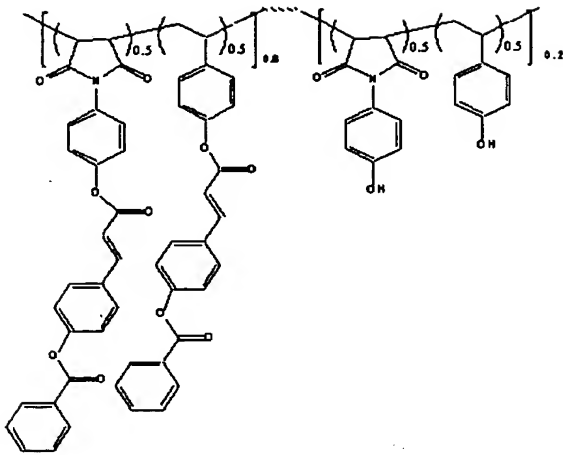
[화학식 5]

S3



[화학식 6]

S4



## 【청구항 6】

제 1항에 있어서, 상기 기판은 플라스틱 기판, 유리 기판, 석영 기판, 또는 실리콘 (silicon) 기판인 것을 특징으로 하는 박막 트랜지스터.

## 【청구항 7】

제 2항에 있어서, 상기 습식공정은 스핀코팅, 딥코팅, 프린팅 방식, 또는 롤 코팅에 의한 공정인 것을 특징으로 하는 박막 트랜지스터.

## 【청구항 8】

제 3항에 있어서, 상기 유기 고분자는 폴리에스테르, 폴리카보네이트, 폴리비닐알코올, 폴리비닐부티랄, 폴리아세탈, 폴리아릴레이트, 폴리아마이드, 폴리아미드이미드, 폴리에테르이미드, 폴리페닐렌에테르, 폴리페닐렌설파이드, 폴리에테르설포, 폴리에테르케톤, 폴리프탈아마이드, 폴리에테르니트릴, 폴리에테르설포, 폴리벤즈이미다졸, 폴리카보디이미드, 폴리실록산,

폴리메틸메타크릴레이트, 폴리메타크릴아마이드, 니트릴고무, 아크릴 고무, 폴리에틸렌테트라플루오라이드, 에폭시 수지, 페놀 수지, 멜라민 수지, 우레아 수지, 폴리부텐, 폴리펜텐, 에틸렌-프로필렌 공중합체, 에틸렌-부텐-디엔 공중합체, 폴리부타디엔, 폴리이소프렌, 에틸렌-프로필렌-디엔 공중합체, 부틸고무, 폴리메틸펜텐, 폴리스티렌, 스티렌-부타디엔 공중합체, 수첨스티렌-부타디엔 공중합체, 수첨폴리이소프렌, 수첨폴리부타디엔 및 그 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택된 것을 특징으로 하는 박막 트랜지스터.

#### 【청구항 9】

제 3항에 있어서, 유기 금속화합물은 티타늄 (IV) 엔-부톡시드 [titanium (IV) n-butoxide], 티타늄 (IV) 티-부톡시드 [titanium (IV) t-butoxide], 티타늄 (IV) 에톡시드 [titanium (IV) ethoxide], 티타늄 (IV) 2-에틸헥소시드 [titanium (IV) 2-ethylhexoxide], 티타늄 (IV) 이소-프로폭시드 [titanium (IV) isopropoxide], 티타늄 (IV) (디-이소-프로폭시드)비스(아세틸아세토네이트) titanium (IV) (di-isopropoxide) bis -(acetylacetonate)], 티타늄 (IV) 옥시드비스(아세틸아세토네이트) [titanium (IV) oxide bis(acetylacetonate)], 트리클로로트리스(테트라히드로퓨란) (III) [trichlorotris(tetrahydrofuran)titanium (III)], 트리스(2,2,6,6-테트라메틸-3,5-헵탄디오네이트)티타늄 (III) [tris (2,2,6,6-tetramethyl-3,5-heptanedionato)titanium (III)], (트리메틸)펜타메틸-시클로펜타디에닐티타늄 (IV) [(trimethyl) pentamethyl cyclopentadienyl- titanium (IV)], 펜타메틸시클로펜타디에닐티타늄 트리클로라이드 (IV) [pentamethylcyclopentadienyltitanium trichloride (IV)], 펜타메틸시클로-펜타디에닐티타늄 트리메톡시드 (IV) [pentamethylcyclo -pentadienyltitanium trimethoxide (IV)], 테트라클로로비스(시클로헥실머캅토)티타늄(IV) [tetrachlorobis

(cyclohexylmercapto) titanium(IV)], 테트라클로로비스(테트라히드로퓨란)티타늄 (IV)  
 [tetrachlorobis(tetrahydrofuran)titanium (IV)], 테트라클로로디아민티타늄 (IV)  
 [tetrachlorodiamminetitanium (IV)], 테트라키스(디에틸아미노)티타늄 (IV)  
 [tetrakis(diethylamino)titanium (IV)], 테트라키스(디메틸아미노)티타늄 (IV)  
 [tetrakis(dimethylamino)titanium (IV)], 비스(티-부틸시클로펜타디에닐)티타늄  
 디클로라이드[bis(t-butylcyclopentadienyl)titanium dichloride], 비스(시클로펜타디에닐)디  
 카보닐 티타늄 (II) [bis(cyclopentadienyl)dicarbonyl titanium (II)], 비스(시클로펜타디에  
 nil)티타늄 디클로라이드 [bis(cyclopentadienyl)titanium dichloride], 비스(에틸시클로펜타디  
 에닐)티타늄 디클로라이드[bis(ethylcyclopentadienyl)titanium dichloride], 비스(펜타메틸시  
 클로펜타디에닐)티타늄디클로라이드 [bis(pentamethylcyclopenta dienyl) titanium  
 dichloride], 비스(이소-프로필시클로펜타디에닐)티타늄 디클로라이  
 [bis(isopropylcyclopentadienyl)titanium dichloride], 트리스(2,2,6,6-테트라메틸-3,5-헵탄  
 디오네이토)옥소티타늄(IV) [tris(2,2,6,6-tetramethyl-3,5-heptanedionato)oxotitanium(IV)],  
 클로로티타늄 트리이소프로폭시드

[chlorotitanium triisopropoxide], 시클로펜타디에닐티타늄 트리클로라이드  
 [cyclopentadienyltitanium trichloride], 디클로로비스(2,2,6,6-테트라메틸-3,5-헵탄디오네이  
 토)티타늄(IV) [dichlorobis(2,2,6,6-tetramethyl-3,5-heptane dionato) titanium (IV)], 디메  
 틸비스(티-부틸시클로펜타디에닐)티타늄 (IV) [dimethylbis(t-butylcyclopentadienyl)titanium  
 (IV)], 또는 디(이소프로폭시드)비스 (2,2,6,6-테트라메틸-3,5-헵탄디오네이토)티타늄(IV)  
 [di(isopropoxide)bis (2,2,6,6-tetramethyl-3,5-heptanedionato)titanium (IV)]의 티타늄계  
 화합물; 지르코늄 (IV) 엔-부톡시드 [zirconium (IV) n-butoxide], 지르코늄 (IV) 티-부톡시드  
 [zirconium (IV)t-butoxide], 지르코늄 (IV) 에톡시드 [zirconium (IV) ethoxide], 지르코늄  
 (IV) 이소-프로폭시드 [zirconium (IV) isopropoxide], 지르코늄 (IV) 엔-프로폭시드  
 [zirconium(IV)n-propoxide], 지르코늄 (IV) (아세틸아세토네이트) [zirconium (IV)  
 acetylacetonate], 지르코늄 (IV) 헥사플루오로아세틸아세토네이트 [zirconium (IV)  
 hexafluoroacetylacetonate], 지르코늄 (IV) 트리플루오로아세틸아세토네이트 [zirconium (IV)  
 trifluoroacetylacetonate], 테트라키스(디에틸아미노)지르코늄  
 [tetrakis(diethylamino)zirconium], 테트라키스(디메틸아미노)지르코늄  
 [tetrakis(dimethylamino)zirconium], 테트라키스(2,2,6,6-테트라메틸-3,5-헵탄디오네이토)지  
 르코늄 (IV)[tetrakis(2,2,6,6-tetramethyl-3,5-heptanedionato)zirconium (IV)], 지르코늄  
 (IV) 설페이트 테트라히드레이트 [zirconium (IV) sulfate tetrahydrate], 하프늄 (IV) 엔-부  
 톡시드 [hafnium (IV) n-butoxide], 하프늄 (IV) 티-부톡시드 [hafnium (IV) t-butoxide], 하  
 프늄 (IV)

에톡시드 [hafnium (IV) ethoxide], 하프늄 (IV) 이소-프로폭시드 [hafnium (IV) isopropoxide], 하프늄 (IV) 이소-프로폭시드 모노이소프로필레이트 [hafnium (IV) isopropoxide monoisopropylate], 하프늄 (IV) (아세틸아세토네이트) [hafnium (IV) acetylacetonate], 또는 테트라키스(디메틸아미노)하프늄 [tetrakis(dimethylamino)hafnium]]의 지르코늄 혹은 하프늄 화합물; 알루미늄 엔-부톡시드 [aluminium n-butoxide], 알루미늄 티-부톡시드 [aluminium t-butoxide], 알루미늄 에스-부톡시드 [aluminium s-butoxide], 알루미늄 에톡시드 [aluminium ethoxide], 알루미늄 이소-프로폭시드 [aluminium isopropoxide], 알루미늄 (아세틸아세토네이트) [aluminium acetylacetonate], 알루미늄 헥사플루오로아세틸아세토네이트 [aluminium hexafluoroacetylacetonate], 알루미늄 트리플루오로아세틸아세토네이트 [aluminium trifluoroacetylacetonate], 또는 트리스(2,2,6,6-테트라메틸-3,5-헵탄디오네이트)알루미늄 [tris(2,2,6,6-tetramethyl-3,5-heptanedionato) aluminium]의 알루미늄계 화합물; 및 이들의 2 이상의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택된 것을 특징으로 하는 박막 트랜지스터.

#### 【청구항 10】

제 3항에 있어서, 무기금속산화물은  $Ta_2O_5$ ,  $Y_2O_3$ ,  $TiO_2$ ,  $CeO_2$ , 또는  $ZrO_2$ , 이고, 강유전성 절연체는 Barium Strontium Titanate (BST),  $PbZr_xTi_{1-x}O_3$  (PZT),  $Bi_4Ti_3O_{12}$ ,  $BaMgF_4$ ,  $SrBi_2(Ta_{1-x}Nb_x)_2O_9$ ,  $Ba(Zr_{1-x}Ti_x)O_3$  (BZT),  $BaTiO_3$ ,  $SrTiO_3$  또는  $Bi_4Ti_3O_{12}$  이며, 나노입자의 직경은 1 내지 100 nm 인 것을 특징으로 하는 박막 트랜지스터.

【청구항 11】

제 1항에 있어서, 상기 유기 활성층은 펜타센(pentacene), 구리 프탈로시아닌(copper phthalocyanine), 폴리티오펜(polythiophene), 폴리아닐린 (polyaniline), 폴리아세틸렌 (polyacetylene), 폴리피롤(polypyrrole), 폴리페닐렌비닐렌(polyphenylene vinylene) 및 이들의 유도체로 이루어진 군으로부터 선택되는 것을 특징으로 하는 박막 트랜지스터.

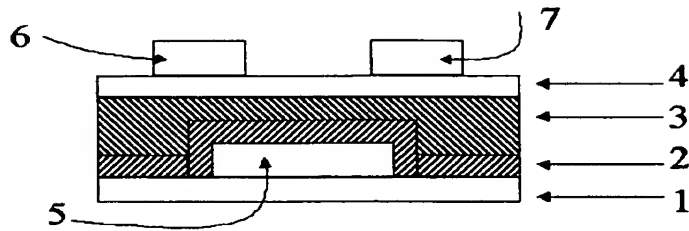


1020030044799

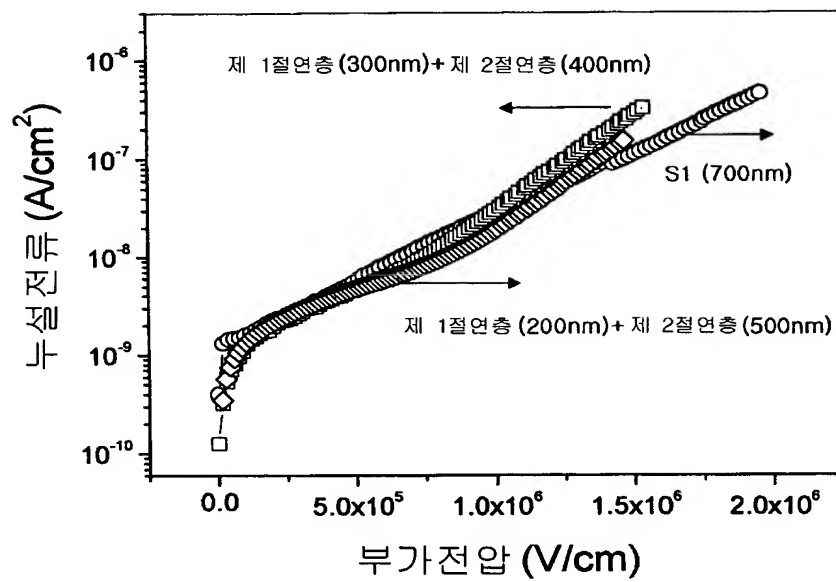
출력 일자: 2003/12/30

【도면】

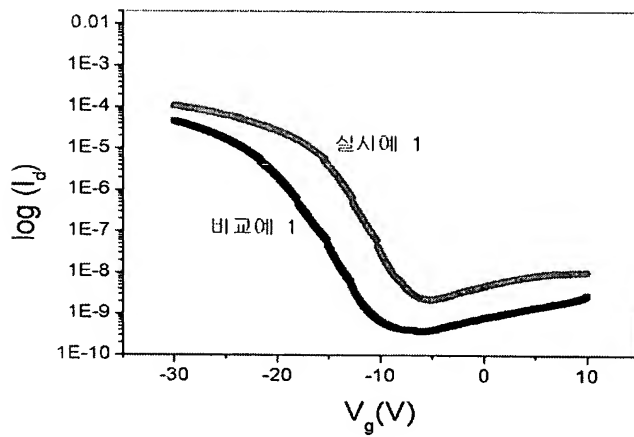
【도 1】



【도 2】



【도 3】





【도 4】

